

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ

Bakalářský studijní obor: **Technologie a řízení oděvní výroby – 3107R004**

Katedra: **Technologie a řízení oděvní výroby**

Zaměření: **Konfekční výroba**

Bakalářský studijní program: **TEXTIL**

Název bakalářské práce:

**ANALÝZA PARAMETRŮ MIKROVLNNÉHO PODLEPOVÁNÍ**

Analysis of the microwave mounting parameters

Autor:

**Petra BUREŠOVÁ**

Podpis autora:

Vedoucí práce: **RNDr. Ludmila Brichtová**

Konzultant: **Ing. Radim Šubert, Ph.D.**

Kód bakalářské práce: 435/09

Počet stran	Počet tabulek	Počet obrázků	Počet příloh
41	5	18	1

V prostějově dne: 14.5. 2008

### PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. O právu autorském, zejména 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Prostějově, dne 18.5.2009

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé bakalářské práce paní RNDr. Ludmile Brichtové za odborné vedení a cenné rady. Dále panu Ing. Radimu Šubertovi, Ph.D. za cenné informace.

## ANOTACE

**Téma:** Analýza parametrů mikrovlnného podlepování

Předložená bakalářská práce navazuje na předešlou práci Lenky Paděrové, jejíž úkolem bylo porovnání konvenčního a nekonvenčního způsobu podlepování.

Cílem mé bakalářské práce je hlubší analýza parametrů ovlivňující mikrovlnné podlepování a jejich optimalizace.

Úvodní část práce se zabývá charakteristikou konvenčního způsobu podlepování a nekonvenčního způsobu podlepování pomocí mikrovln. V další části se práce zmiňuje o mikrovlnách a mikrovlnném zařízení.

V závěrečné práci je navržen a následně zrealizován experiment zaměřující se na analýzu parametrů mikrovlnného podlepování. Pro vyhodnocení byl zvolen dynamometr a 3D grafika pomocí programovacího jazyku Matlab.

### Klíčová slova:

- podlepování
- textilní materiál
- podlepovací vložka
- tlak
- čas
- vlhkost
- mikrovlny
- mikrovlnné zařízení

## ANNOTATION

**Theme:** Analysis of the microwave mounting parametres

Submitted bachelor work is consequential to bachelor work of Lenka Paděrová, whose task was comparison of conventional and unconventional mounting.

Objective of this bachelor work is deeper analysis of parameters influencing microwave mounting and their optimalization.

Introductory part of work is engaged in characteristics of conventional mounting and unconventional mounting by the help of microwaves. In the next parts work mentions about microwaves and micro - wave arrangement.

In the final part of this work was designed an experiment and consequently implemented. To interpretation was selected dynamometer and 3D graphic art by the help of programming language Matlab.

### Key words:

- mounting
- textile material
- gluing inlay
- pressure
- time
- moisture
- microwave
- microwave device

## Obsah

Úvod a cíl .....	8
1. Způsoby podlepování .....	9
1.1. Konvenční způsob podlepování.....	9
1.1.1. Podlepovací stroje .....	10
1.2. Nekonvenční způsoby podlepování.....	13
2. Podlepovací materiály .....	14
3. Mikrovlny .....	17
4. Experiment .....	22
4.1. Úvodní experiment .....	22
4.2. Použité materiály a jejich vlastnosti .....	23
4.3. Realizace experimentu.....	24
4.4. Dynamometr .....	26
4.5. Tabulky hodnot.....	28
5. Vyhodnocení experimentu .....	31
5.1. Programovací jazyk Matlab.....	31
5.1.1. Grafy vytvořené pomocí 3D grafiky .....	32
Závěr.....	38
 SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ .....	40
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	41

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

<b>Zkratka</b>	<b>Název</b>	<b>Jednotka</b>
PAD	polyamid	
PES	polyester	
T	teplota	[°C]
p	tlak	[Pa]
s	čas	[s]
P	výkon	[W]
f	frekvence	[Hz]
U	elektrické napětí	[V]

## Úvod a cíl

Podlepování je v současné době významnou a neoddělitelnou součástí textilního průmyslu. Má podstatný vliv na konečné vlastnosti a kvalitu oděvních výrobků. Je považováno za nejrevolučnější změnu v průmyslové výrobě oděvů od vynálezu šicího stroje, které povýšilo výrobu na vyšší průmyslovou úroveň. Technologie podlepování představuje značný kvalitativní přínos v oblasti estetické a užitné hodnoty oděvu. Zlepšil se vzhled, oděvy mají podstatně nižší hmotnost. Mikrovlnné podlepování je technologie, která není příliš známa a je teprve ve stádiu výzkumu. Tato technologie je určena spíše na podlepování drobných oděvních součástí, jako jsou např. patky, lišty apod.

Předložená bakalářská práce navazuje na předešlou práci Lenky Paděrové, která se zabývala porovnáním konvenčního a nekonvenčního způsobu podlepování. Cílem bylo zjistit, zda je možné podlepovat jednotlivé druhy textilních materiálů pomocí mikrovln.

Cílem mé bakalářské práce je hlubší analýza parametrů a určení správných hodnot parametrů podlepování pro jednotlivé druhy materiálů pomocí mikrovln.

Úvodní část této práce se zabývá přehledem konvenčních a nekonvenčních způsobů podlepování, rozebírá jednotlivé ovlivňující parametry konvenčního podlepování a uvádí přehled používaných podlepovacích strojů. Zmiňuje také některé druhy podlepovacích materiálů, které jsou využity v samotném experimentu.

Následující část práce definuje mikrovlny jako část elektromagnetického spektra, zmiňuje se o mikrovlnném zařízení, jeho využití v průmyslu a parametrech podílejících se na samotné technologii mikrovlnného podlepování.

V závěrečné části práce je navržen experiment, jehož cílem je zjistit vzájemné závislosti jednotlivých parametrů a vyhodnotit jejich optimální hodnoty pro různé druhy materiálů. Experiment byl vyhodnocen pomocí 3D grafiky programovacího jazyku Matlab.



# 1. Způsoby podlepování

## 1.1. Konvenční způsob podlepování

Podlepování představuje důležitý mezník u hotovení oděvních výrobků. Pod pojmem podlepování se rozumí velkoplošné podlepování součástí oděvních výrobků pro získání tvaru a náležité pružnosti podlepené části výrobku. Úkolem podlepování je zpevnit výrobek a udržet jeho tvar při intenzivním nošení a údržbě. Podlepováním lze dosáhnout měkkosti či tuhosti, hladkosti a lehkého provedení. Pro dosažení kvalitního podlepení oděvu výztužnou vložkou je třeba určit především vhodnou výztužnou vložku, znát podlepovací schopnost vrchových materiálů, určit správné parametry podlepování a určit správný typ podlepovacího stroje. U výběru vložky je nutné zohlednit také oblast použití oděvu a charakter oděvního výrobku. Špatnou kombinací či nedodržením podlepovacích podmínek může dojít k řadě nežádoucích jevů, např. prostup pojiva vrchovým materiálem, odlepení vložky, změna rozměrů výrobku apod.

### Parametry ovlivňující konvenční podlepování

**Teplota**  $T$  [ $^{\circ}\text{C}$ ] – v průběhu jejího působení dochází k ohřevu materiálu a roztavení polymerního pojiva mezi vložkou a vrchovým materiálem. Měří se v mezeře mezi spojovanými materiály. Příliš vysoká i příliš nízká teplota podlepování škodí.

Pokud je teplota nízká, nedochází k dostatečnému zahřátí nánosu pojiva, a tudíž je zabráněno spojení výztužné vložky s vrchovým materiálem.

Při příliš vysoké teplotě dochází k nežádoucímu roztavení pojiva a tím je snížena jeho přilnavost k vrchovému materiálu. Optimální hodnota teploty je  $116 - 138^{\circ}\text{C}$ , pro kůži  $82 - 93^{\circ}\text{C}$  [1].

**Tlak**  $p$  [ $\text{kPa}$ ,  $\text{Ncm}^{-2}$ ] – správný tlak je rozhodující pro optimální zakotvení změkklého pojiva na spojení vložky s vrchovým materiálem. Při nesprávném nastavení tlaku může dojít k proznačování, lesku a otlakům na lícu vrchového materiálu. Správné nastavení tlaku se pohybuje v rozmezí  $15 - 30\text{kPa}$  [1].

**Čas  $t$  [s]** – čas, po který je podlepovaný oděvní díl v podlepovacím stroji. Čas potřebný k ohřátí bodového nánosu na teplotu tavení.

Nastavení podlepovacího času se u diskontinuálních strojů nastavuje na požadovanou hodnotu přímo, což je 8 – 12s, u kontinuálních strojů je čas daný rychlostí pásů a délkou podlepovací komory. Silnější materiály potřebují delší podlepovací čas než jemnější [1].

### **1.1.1. Podlepovací stroje**

Podlepovací stroj je zařízení, které spojuje vrchový materiál s podlepovací vložkou za vzniku nerozebíratelného spoje.

Základní požadavky kladené na podlepovací stroje:

- regulovatelnost podlepovacích parametrů
- rovnoměrné rozložení teploty a tlaku
- elektrické vyhřívání čelistí (tvarovek)
- ploché čelisti
- automatické čištění podlepovacích transportních pásů nebo horních čelistí [1]

#### **Rozdělení podlepovacích strojů**

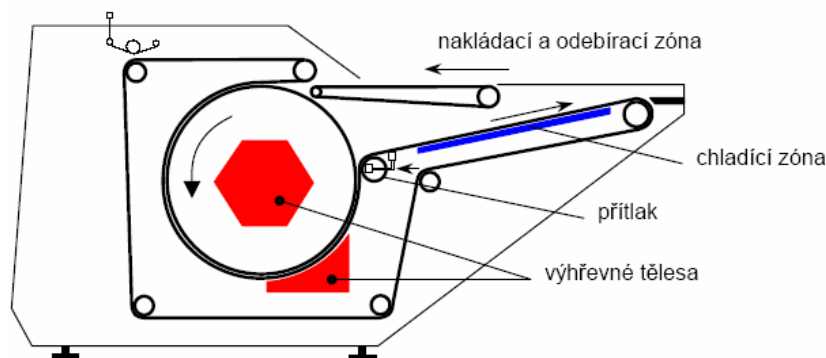
- diskontinuální (přetržitým způsobem)
- kontinuální (nepřetržitým způsobem)

#### **Kontinuální podlepovací stroje**

Kontinuální podlepovací stroje přinášejí svou výkonností podstatné zvyšování produktivity práce, oproti strojům deskovým a jsou schopny uspokojit velké výrobní celky konfekčních podniků [1].

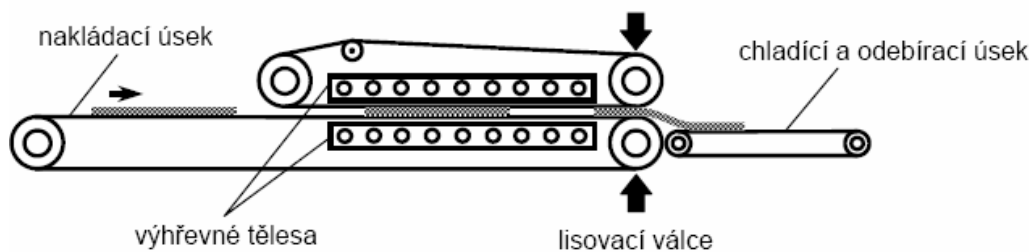
**Rozdělení:**

- a) *Bubnový podlepovací stroj* – mají systém vyhřívání řešen využitím vyhřívaného kovového válce s teflonovým válcem [1].



Obr.1. Bubnový podlepovací stroj

- b) *Pásový podlepovací stroj* – oděvní součásti s nánosovanou vložkou se dopravují pohybujícím se dopravním zařízením, které se skládá ze dvou transportních pásů pokrytých teflonem nebo silikonem [1].



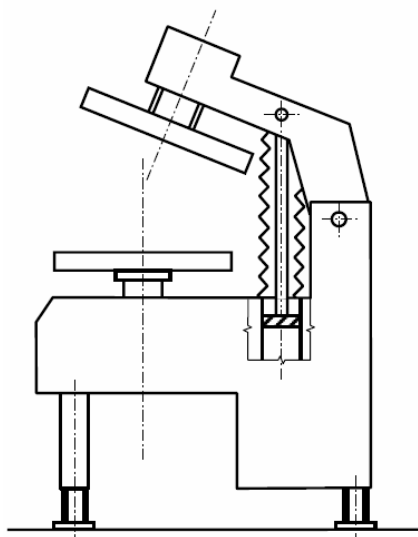
Obr.2. Pásový podlepovací stroj

**Diskontinuální podlepovací stroje**

Charakteristickým pracovním znakem všech těchto podlepovacích strojů je, že celá oděvní součást je po vložení do stroje vystavena současně tlaku a teplotě po celé ploše po určitou dobu. Oděvní součást je vystavena prudkému nárůstu teploty až do hodnoty stanovené pro optimální spojení podlepovací vložky s vrchovým materiálem. Sevření oděvní součásti horním a dolním tělesem zajišťuje, že po dobu působení teploty nedochází k rozměrové změně součásti [1].

**Rozdělení:***a) Podlepovací stroje se sklopným přítlakem*

Od žehlicích strojů se liší pouze tím, že podlepovací čelist je rovinná a podlepovací parametry jsou seřiditelné podle druhu používaných podlepovacích vložek. Vyvolání potřebného tlaku se provádí přítlakem horního tělesa na spodní [1].



Obr.3. Podlepovací stroj se sklopným přítlakem

*b) Podlepovací stroje s kolmým přítlakem*

Rozlišují se různým typem konstrukce stroje. Stroj má dvojici nakládacích rámuů pohybujících se po vodících drážkách většinou prostřednictvím pneumatického pohonu. Rámy se po naložení vrchových materiálů a podlepovacích vložek střídavě zasouvají mezi horní a dolní tělesa, která tvoří přítlak. Vertikální pohyb je uskutečněn obvykle horním tělesem. Po uplynutí doby potřebné k podlepování se rám vysune ze stroje a ochladí odsáváním [1].

*c) Karuselové podlepovací stroje*

Mezi upravené deskové podlepovací stroje patří karuselové stroje. Jejich konstrukce je vylepšena způsobem pro zvýšení produktivity práce. Mají nejméně tři pracovní stanice s příslušným rozměrem tvarovky. První stanice je nakládací, druhá tepelně tvarovací a třetí ochlazovací. Pohyb stanic je otočný buď do trojúhelníku, nebo do čtyřúhelníku [1].

## 1.2. Nekonvenční způsoby podlepování

Nekonvenční způsoby podlepování se v textilním průmyslu příliš nepoužívají. Tyto metody podlepování jsou časově náročnější a některé i ekonomicky nevýhodné oproti konvenčním způsobům podlepování. Do nekonvenčních metod např. lze zařadit vyjiskřovací a plazmovou metodu. Pokud bychom chtěli používat nekonvenční způsoby, je třeba znát dokonale metody konvenční a nekonvenční a využít je v případech, kdy jsou jednoznačně výhodné v současnosti nebo mají příznivé vyhlídky do budoucna. Nekonenční způsob podlepování, o kterém by se dalo do budoucna uvažovat, je mikrovlnné podlepování.

### Mikrovlnné podlepování

Mikrovlnné podlepování se příliš nepoužívá, je teprve ve stádiu výzkumu. Může do budoucna navrhnout a usnadnit novou technologii podlepování drobných oděvních součástí např. patky, lišty. Při tomto způsobu podlepování je vložen vrchový materiál s podlepovací vložkou do mikrovlnného zařízení a působením mikrovln, kdy dochází k rozkmitání molekul vody a jejímu zahřátí, nejlépe na teplotu tavení podlepovacího materiálu, je následně vytvořen pevný spoj mezi oběma materiály. U běžných způsobů podlepování jsou parametry dány typem podlepovacího stroje a při technologii mikrovlnného podlepování není možno některých z nich dosáhnout. Jedná se především o hodnoty tlaku a možnosti regulovat teplotu. Hledáme tedy optimální kombinaci hodnot vlhkosti, času, a tlaku, při kterých je dosaženo spojení materiálů ve stejné kvalitě jako je tomu u běžných metod, z hlediska ekonomického se zdá tato metoda výhodnější pro svou menší energetickou náročnost. Mikrovlnami se podrobněji zabývá kapitola 3.

## 2. Podlepovací materiály

Podlepovací vložková textilie, dále jen nánosovaná vložka, je textilie opatřená po jedné nebo po obou stranách vrstvou termoplastické látky, která umožňuje dosáhnout za vhodných podmínek jejího pevného adhezního spojení s jinou textilií nebo s jiným plošným materiálem. Nánosovaná vložka je složena ze dvou částí – základní textilie a adhezní vrstvy [1]. Základní – nosná textilie může být vyrobena jako tkanina, pletenina nebo netkaná textilie.

Pro výrobu tkaných nánosových vložek se používá: bavlna, len, vlna a jiná živočišná srst, polyester, polyamid, polyakryl, viskóza.

Používání pletených podlepovacích vložek se rozšířilo v šedesátých letech a využívá se především jejich značný stupeň elasticity a přizpůsobivosti tvarům lidského těla. Pro výrobu netkaných vložek se nejčastěji používá polyester, polyamid a viskóza [1].

### Optimální výztužná vložka

Správně zvolená výztužná vložka je velmi důležitá pro výsledný efekt podlepování. Nevhodně volená vložka nebo její špatná aplikace na vrchový materiál znehodnocuje oděvní výrobek.

Výběr výztužné vložky se provádí na základě podlepovacích schopností vrchového materiálu s ohledem na vlastnosti, kterých chceme podlepením dosáhnout (měkkost, tuhost). Je nutné znát vlastnosti jednotlivých vložek a pojiv, které jsou na nich nanášeny. U výběru vložky musí být zohledněny různé faktory např. oblast použití v oděvu, omak, charakter vrchového materiálu a oděvního výrobku.

Výrobci vložek poskytují doporučený technologický postup nebo návod se stanovením optimálních podlepovacích parametrů. Tyto parametry bývají stanoveny pro určitý typ podlepovacího stroje. Je zde také určeno pro jaké vrchové materiály je příslušná kvalita výztužné vložky vhodná a pro které materiály ji nelze použít.

## **Výrobci výztužných vložek**

Pro orientaci jsem uvedla několik výrobců výztužných vložek.

### **POLYTEX a.s.**

Výroba výztužných oděvních vložek pro textilní průmysl.

#### **Kontakt**

**Adresa:** Polytex

Úpická 120 54234

Malé Svatoňovice

Telefon: +420/ 499886121

Fax: +420/ 499886360

[www.polytex-cz.cz](http://www.polytex-cz.cz)

IČO: 46505601

DIČ: 268-46505601

### **JILANA a.s.**

Firma Jilana a.s. nabízí oděvní vložky zhotovené netkanou technologií – vpichováním nebo technologií Struto.

#### **Kontakt**

**Adresa:** Malý Beranov 6

Jihlava 3

586 03

Telefon: +420 567 313 090

FAX: +420 567 310 068

[www.jilana.cz](http://www.jilana.cz)

**BERTERO s.r.o.**

Předmět činnosti firmy BERTERO s.r.o. :

Výroba a prodej:

- oděvní výztužné materiály (tканé, pletené, netkané)
- textilie vlněné na mezipodšívky
- textilie ze zvířecí srsti na mezipodšívky
- podlepovací vložky
- vlasové vložky
- žíněnkы
- lepící krajinky
- perforované lepící pásy

**Kontakt:**

**Adresa :** Švermova 21

Liberec

460 10

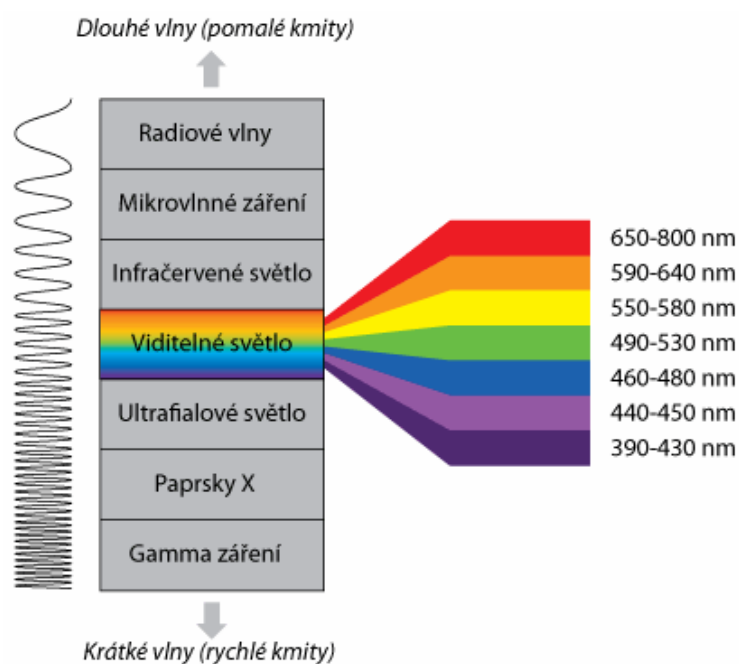
Telefon : 488055510

Fax : 488055560



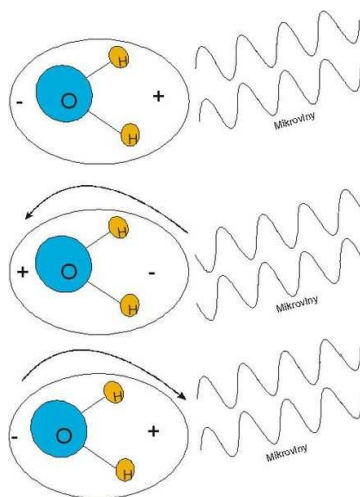
### 3. Mikrovlny

Mikrovlny jsou vysokofrekvenční elektromagnetické zařízení s frekvencí v intervalu 300 MHz do 30 GHz, těmto hodnotám odpovídá vlnová délka od 1 cm do 1 m. Pro použití v mikrovlnných troubách je povolena frekvence 2450 MHz, to odpovídá vlnové délce 12,2 cm. Tato frekvence byla zvolena ze dvou důvodů. Jednak je to velmi vhodná oblast pro ohřev vody a za druhé je to vymezená frekvence z důvodu vyloučení interference s telekomunikačními frekvencemi. Mikrovlny patří do široké škály elektromagnetických vlnění, zahrnující rovněž oblast viditelného světla, které se řídí Maxwellovými rovnicemi. Vektory charakterizující magnetické a elektrické pole v každém bodě a v každém okamžiku jsou k sobě kolmé a oba jsou kolmé ke směru pohybu vlny. V elektromagnetickém spektru zauímají oblast mezi radiovými vlnami a infračerveným zářením [5].



Obr.4. Elektromagnetické spektrum

Z vlastností mikrovln nás zaujímá jejich interakce s vodou. Voda je polární látka se záporným nábojem na atomu kyslíku a kladným nábojem na atomech vodíku. Ve vysokofrekvenčním elektromagnetickém poli se molekuly rozkmitají a narážejí na sebe. To se projeví přeměnou mikrovlnné energie na tepelnou energii. Tzn., že se voda v materiálu zahřívá, je odpařována a také vytlačována [8].



Obr.6. Působení mikrovlny na molekulu vody

## Vývoj objevu mikrovln

Objev elektromagnetického záření, v jehož spektru jsou mikrovlny, učinil James Clerk Maxwell v roce 1886 svými známými rovnicemi. Na základě Maxwellových předpovědí však pracoval ještě jiný známý německý fyzik Heinrich Hertz. Tento fyzik experimentálně objevil celou řadu elektromagnetických vln a jeho objevy se staly základem pro rozvoj radiotechniky, televize a moderních bezdrátových technologií [5].

Že mohou mikrovlny sloužit k ohřevu potravin, si poprvé všiml Percy Spencer když vyráběl magnetron pro radar firmě Raytheon, a zjistil, že se mu v kapse rozpustila čokoláda. To ho přimělo k myšlence zkonstruovat mikrovlnnou troubu. První mikrovlnná trouba byla vyvinuta v USA koncem 40. let 20. století, v prodeji se však objevila až v roce 1955. Od té doby se použití mikrovlnné trouby značně rozšířilo a doznala také určitých technických vylepšení [5].

## Využití mikrovln v průmyslu

Mikrovlny využíváme v mnoha odvětvích lidské činnosti, nejen k ohřevu potravin, ale i např. k vysoušení knih či tkanin, vysoušení zdiva, obrábění materiálů, přenosu informací, radiolokaci, restaurování uměleckých děl, navigaci a v mnoha dalších.



Obr.7. Mikrovlnné vysoušení zdiva

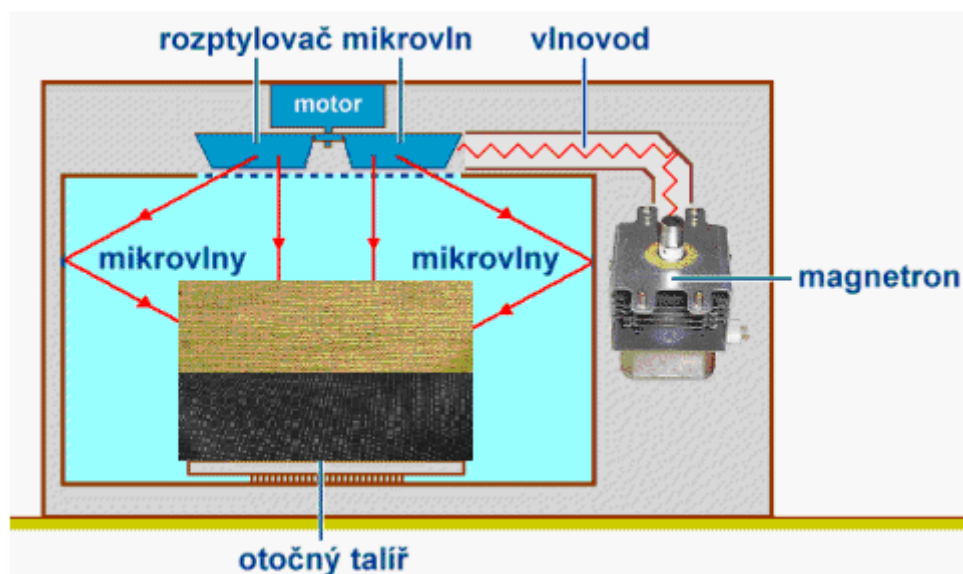
V textilním průmyslu se mikrovlny uplatňují zejména při sušení různých druhů textilních materiálů. Využití mikrovlnné energie umožňuje zkrácení procesu vysoušení a efektivnějšího využití energie, a tím i snížení nákladů na výrobu. Mikrovlny mohou pronikat do určité hloubky materiálu, podle jeho dielektrických parametrů, čímž je materiál ohříván současně uvnitř i na povrchu, a tudíž je tento proces nezávislý na tepelné vodivosti textilií [9].



Obr.8. Mikrovlnná sušička

## Mikrovlnné zařízení

Mikrovlnné zařízení je generováno pomocí magnetronu a vyzařováno do ohřívacího prostoru. Ten má kovový povrch, kterým záření nemůže proniknout. Dvířka jsou pokryta kovovou mřížkou, jejíž otvory jsou mnohem menší než vlnová délka mikrovlnného záření, představuje proto skoro stejnou překážku pro vlny jako plný kov. Ohřívací prostor mívá rozměry odpovídající celým násobkům poloviny vlnové délky použitého záření, takže dochází ke vzniku stojatého vlnění. Aby byl ohřev rovnoměrnější, je uvnitř umístěno otočné zařízení. Otáčení zajišťuje, že kmity postupně procházejí různými místy ohřívaneho materiálu.



Obr.9. Schéma mikrovlnného zařízení

## Parametry ovlivňující mikrovlnné podlepování

### **Tlak** $p$ [kPa, $\text{Ncm}^{-2}$ ]

Tlak u běžných způsobů podlepování je několikanásobně vyšší než u mikrovlnného podlepování (asi 129x). Chybějící tlak lze nahradit delší dobou ohřevu v mikrovlnném zařízení. Pro další zvýšení hodnoty tlaku je nutné materiál zatížit, vnější síla pak působí kolmo na plochu materiálu.

### **Čas** $t$ [s]

Doba, po kterou se materiál v mikrovlnném zařízení ohřívá. Čas lze nastavit přímo na mikrovlnném zařízení. Není žádná čekací doba na zahřátí stroje. Čas potřebný k podlepení textilního materiálu u mikrovlnného podlepování je podstatně delší (120s), než u konvenčního podlepování (8 – 12s).

### **Výkon** $P$ [W]

Výkon mikrovlnného zařízení je udáván ve watech W. Lze nastavit přímo na mikrovlnném zařízení. Výkon mikrovlnných zařízení se pohybuje v rozmezí 600 až 1200 W. Hodnota výkonu je dána příkonem a časovým spínáním. Při maximálním příkonu, mikrovlny kmitají neustále, ale při polovičním příkonu dochází k tomu, že mikrovlny např. 5s kmitají a 5s nekmitají.

### **Teplota** $T$ [°C]

V běžném mikrovlnném zařízení nelze teplotu měřit, pouze ji lze odhadnout podle teploty tavení materiálu. Avšak existují upravená mikrovlnná zařízení, která umožňují parametry měnit a monitorovat v průběhu experimentu, tedy i teplotu. Tato zařízení jsou k dispozici prozatím na specializovaných pracovištích a to v Ústavě chemických procesů AVČR, kde jsou upravena pro laboratorní a výzkumné účely. Bližší informace o Ústavu chemických procesů AVČR najdeme na stránkách <http://otevrena-veda.cz/ov/index.php?site=icpf>.

## 4. Experiment

Cílem experimentu je zjistit závislosti jednotlivých parametrů ovlivňujících mikrovlnné podlepování. Podstatou experimentu je hluboká analýza parametrů ovlivňujících mikrovlnné podlepování. Experiment probíhal na pracovišti KKV v Prostějově. Byly použity tři druhy materiálů (přírodní, syntetické, ve směsi). Byla použita výztužná vložka s polyamidovým nánosem pojiva. Zkušební vzorky byly nastříhány o délce 19,5cm a šířce 6cm. Materiály byly podlepeny v mikrovlnném zařízení. Na základě zkušebních vzorků byla provedena realizace experimentu. Ze získaných výstupů byl experiment vyhodnocen pomocí programovacího jazyku Matlab.

### 4.1.Úvodní experiment

Aby bylo možno provést analýzu parametrů, byl proveden úvodní experiment. Byly podlepeny zkušební vzorky, na kterých byla odhadnuta doba podlepení a množství vody. Hodnoty těchto parametrů byly různé.

#### Navržené intervaly

Tab.1. Navržené intervaly parametrů podlepování

Čas [min]	2	3	4	5	6	
Množství vody [g]	2	4	6	8	10	12

## 4.2. Použité materiály a jejich vlastnosti

Vlastnosti textilních materiálů jsou rozdílné, nejdůležitější jsou vlastnosti, které ovlivňují zpracovatelnost textilií a vlastnosti, které se projevují při používání neboli uživatelské vlastnosti. Pro experiment byly použity 3 druhy materiálů (přírodní, syntetické, ve směsi) s diametrálně rozdílnými parametry a podleповací vložka s polyamidovým nánosem pojiva pro dobré rozptýlení termoplastických částic.

### **Z přírodních materiálů byl zvolen 100% len.**

Leněná vlákna mají vysokou pevnost, pevnost za mokra se zvyšuje až o 20%. Vlákna jsou málo pružná a málo tažná, jsou hladká, dle způsobu získání světle žlutá až bílá, zelenožlutá [5]. Zadržují málo vzduchu, proto chladí. Tepelná odolnost těchto vláken je vysoká, 220 až 250 °C, pro tuto vlastnost je vhodným materiálem na žehlící prostěrky [2].

Použití:

- Letní dámské šatovky
- Bytový textil
- Dekorační tkaniny

### **Ze syntetických materiálů byl zvolen 100% PES.**

Polyesterová vlákna mají dobrou schopnost elastického zotavení, vysokou pružnost a objemnost a dobrou odolnost vůči chemikáliím. Nevýhodou těchto vláken je vysoká žmolkovitost a nízká navlhavost. Polyester se může žehlit při teplotách do 160°C přes vlhkou prostěrku [5]. Teplota tání polyesterových vláken je 256°C [2].

Použití:

- Pánské oblekové tkaniny
- Tkaniny na kalhoty, sukně
- Sportovní oděvy

**Ze směsových materiálů byla zvolena vlna/PES**

Vlněná vlákna jsou nejpružnější ze všech textilních surovin. Jsou značně až vysoce pevná. Mají vysokou hřejivost. Teplota žehlení vlny je 100 – 105 °C. Teplota žehlení u vlny/PES nesmí přesáhnout 150 °C [5].

Použití:

- Pánské oblekové tkaniny

Jako podlepovací vložka byla pro experiment použita vložka s polyamidovým nánosem pojiva.

**Vlastnosti polyamidových vláken**

Polyamidová vlákna mají dobrou pevnost za mokra, dobrou rozměrovou stálost, nižší objemnost. Vlákna mají velmi dobrou odolnost v oděru. Teplota tání polyamidu je 220°C. Při vyšších teplotách dochází k deformaci vlákna [2].

Použití:

- Podlepování drobných oděvních součástí např. patky, lišty apod.

**4.3. Realizace experimentu**

Na základě úvodního experimentu byla provedena vlastní realizace podlepení zkušebních vzorků v mikrovlnném zařízení. Před realizací museli být stanoveny konstantní parametry. Tyto parametry byly při každém měření zachovány, aby měření bylo opakovatelné a reprodukovatelné.

Na vzorky materiálu bylo pomocí rozprašovače naneseno určené množství vody. Následně byly vzorky vloženy do mikrovlnného zařízení na teflonový povrch lepením dolů a zatíženy formami. Z důvodu ochrany mikrovlnného zařízení byla vložena do ohřívacího prostoru sklenička s přesně definovaným množstvím vody.



Při úvodním experimentu nastal problém, kdy navržené intervaly musely být upraveny. Při času podlepování přesahující 3 min se materiál začal tavit a přilepil se k formě, evidentně tedy byla překročena teplota tavení materiálu a to polyesteru, což vedlo k deformaci vzorku. Z tohoto důvodu byly časy podlepování upraveny na interval 2 – 3 min. Dále bylo upraveno i množství vody z důvodu nízké nasákavosti materiálů. Množství vody bylo tedy upraveno na interval 2 – 6g vody.

### Upravené parametry

Tab.2. Upravené intervaly parametrů podlepování

Čas [min]	2	2,15	2,30	2,45	3
Množství vody [g]	2	3	4	5	6

### Konstantní parametry podlepování

- Tlak působící na vzorek materiálu  $p = 0,01 \text{ Pa}$
- Podlepovací vložka byla umístěna směrem dolů
- Do mikrovlnného zařízení byla vložena sklenička s vodou (1dcl)
- Výkon mikrovlnného zařízení  $P = 750 \text{ W}$
- Napájecí napětí  $U = 230\text{V}$

### Použitá zařízení a pomůcky:

- Mikrovlnné zařízení
- Digitální váha
- Rozprašovač
- Sklenička
- Formy na zatížení vzorků
- Teflonová forma

#### 4.4. Dynamometr

Pro zjištění pevnosti lepeného spoje byl zvolen dynamometr firmy Prominent. Vzorky materiálů byly vloženy do čelistí a nastaveny tak, aby se vrchový materiál oddělil od lepení do vzdálenosti 10 cm.

Vzorek je upnut do spodní a horní čelisti. Horní čelist je pohyblivá a vzorek napíná nebo uvolňuje. Síla vyvíjená k oddělování lepených částí je měřena měřícím členem dynamometru. Z kolísavých hodnot, které jsou z dynamometru získány je pak určena střední hodnota pevnosti lepeného spoje.

#### Dynamometr (Firma PROMINENT)

##### Automatizovaný univerzální zkušební systém Promi - PC

Pro určení pevnosti lepeného spoje byl použit počítačem řízený univerzální zkušební systém, který je určen pro zkoušky v tahu, tlaku, ohybu, pro testování pružin a další typy zkoušek. Systém se skládá ze zkušebního stojanu s digitalizovaným motorickým posuvem a z řídicí jednotky na bázi PC.

Dodávaný řídicí program umožňuje uživateli vytvářet jednoduchým způsobem své aplikační programy pro různé typy tahových, tlakových nebo ohybových zkoušek, zkoušení pružin, fólií, drátů, plastů atd. [6].

Po ukončení zkoušky je možné výsledky vytisknout ve formě tabulky nebo grafického zobrazení průběhu zkoušky. Je možné tyto hodnoty exportovat do Excelu.



Obr.10. Dynamometr

**Hlavní znaky:**

- manuálně posuvný pracovní stůl XY
- základní pracovní zdvih 450mm (možnost změny zdvihu na zakázku)
- programovatelná rychlost posuvu 1-750mm/min
- vestavěný LCD display ve stojanu
- možnost samostatného programování z klávesnice stojanu (provoz bez PC)
- pracovní zatížení 0-3000N
- snadná montáž externích siloměrných snímačů
- vysoká přesnost měření
- velmi snadné programování a ovládání
- posuv vyvozen přesným kuličkovým šroubem
- uživatelský příjemný řídicí software [6]

#### 4.5. Tabulky hodnot

Hodnoty doby podlepování, naneseného množství vody a hodnoty pevnosti lepeného spoje získané z dynamometru byly zapsány do tabulek hodnot a dále zpracovány pomocí Excelu a Matlabu.

Tab.3. 100%PES – hodnoty z dynamometru

100% PES		
Čas[s]	Množství vody[g]	Pevnost[N]
2	2	0,000
2	3	0,181
2	4	1,533
2	5	1,410
2	6	0,779
2,25	2	1,028
2,25	3	2,227
2,25	4	2,605
2,25	5	3,005
2,25	6	0,000
2,5	2	0,000
2,5	3	1,781
2,5	4	3,011
2,5	5	1,137
2,5	6	2,319
2,75	2	0,000
2,75	3	0,147
2,75	4	2,818
2,75	5	0,894
2,75	6	1,097
3	2	2,682
3	3	1,881
3	4	1,920
3	5	0,696
3	6	1,070

Tab.4. 100% len – hodnoty z dynamometru

100% len		
Čas[s]	Množství vody[g]	Pevnost[N]
2	2	0,000
2	3	0,307
2	4	0,008
2	5	0,018
2	6	0,317
2,25	2	0,000
2,25	3	0,105
2,25	4	1,099
2,25	5	3,317
2,25	6	0,962
2,5	2	0,390
2,5	3	0,132
2,5	4	0,067
2,5	5	3,092
2,5	6	2,791
2,75	2	3,727
2,75	3	0,282
2,75	4	0,590
2,75	5	0,000
2,75	6	0,627
3	2	0,210
3	3	3,006
3	4	0,000
3	5	1,185
3	6	0,000

Tab.5. vlna/PES – hodnoty z dynamometru

Vlna/PES		
Čas[s]	Množství vody[g]	Pevnost[N]
2	2	0,000
2	3	0,449
2	4	0,370
2	5	0,500
2	6	0,598
2,25	2	0,097
2,25	3	0,203
2,25	4	0,418
2,25	5	0,424
2,25	6	0,494
2,5	2	0,000
2,5	3	0,014
2,5	4	0,124
2,5	5	0,416
2,5	6	0,736
2,75	2	0,000
2,75	3	0,122
2,75	4	0,176
2,75	5	0,285
2,75	6	0,056
3	2	0,000
3	3	0,066
3	4	0,079
3	5	0,398
3	6	0,000

## 5. Vyhodnocení experimentu

### 5.1. Programovací jazyk Matlab

Pro vyhodnocení experimentu byl zvolen programovací jazyk Matlab. Pomocí něhož byly znázorněny 3D - grafy s prostorovými souřadnicemi (čas, množství vody, pevnost lepeného spoje). Pomocí nich je možné odhadnout optimální parametry podlepování daného materiálu jako hodnoty odpovídající maximu nalezenému na zobrazené ploše.

#### **MATLAB**

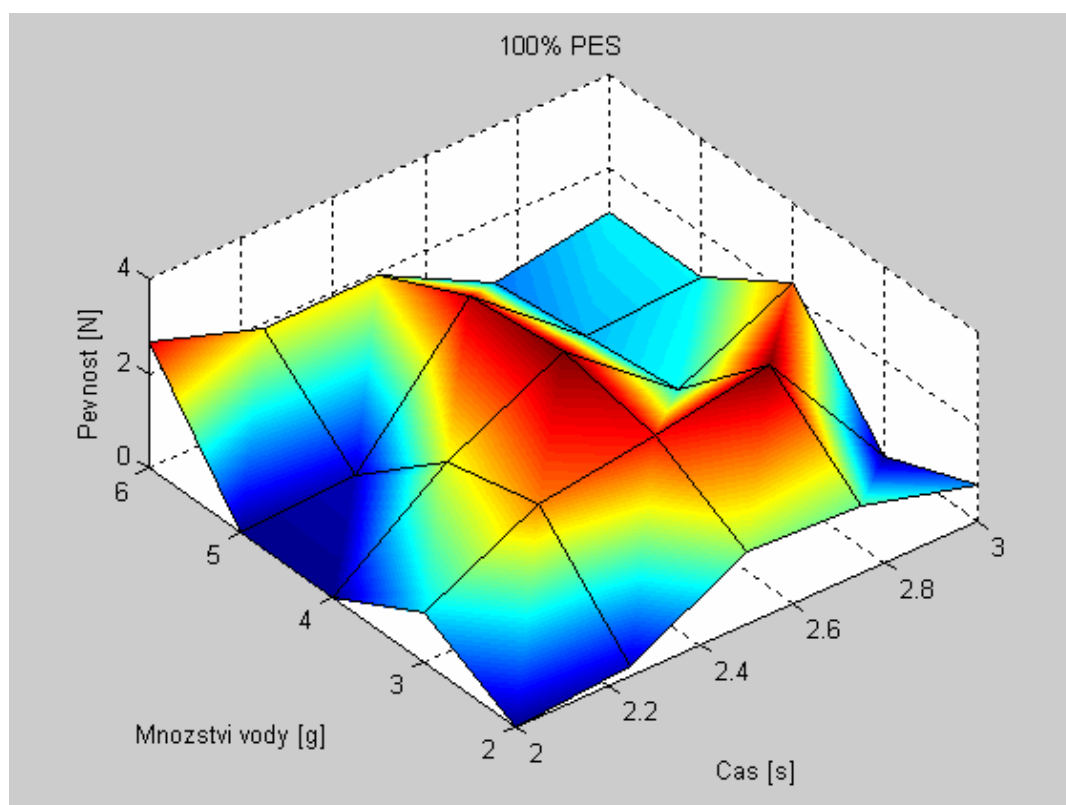
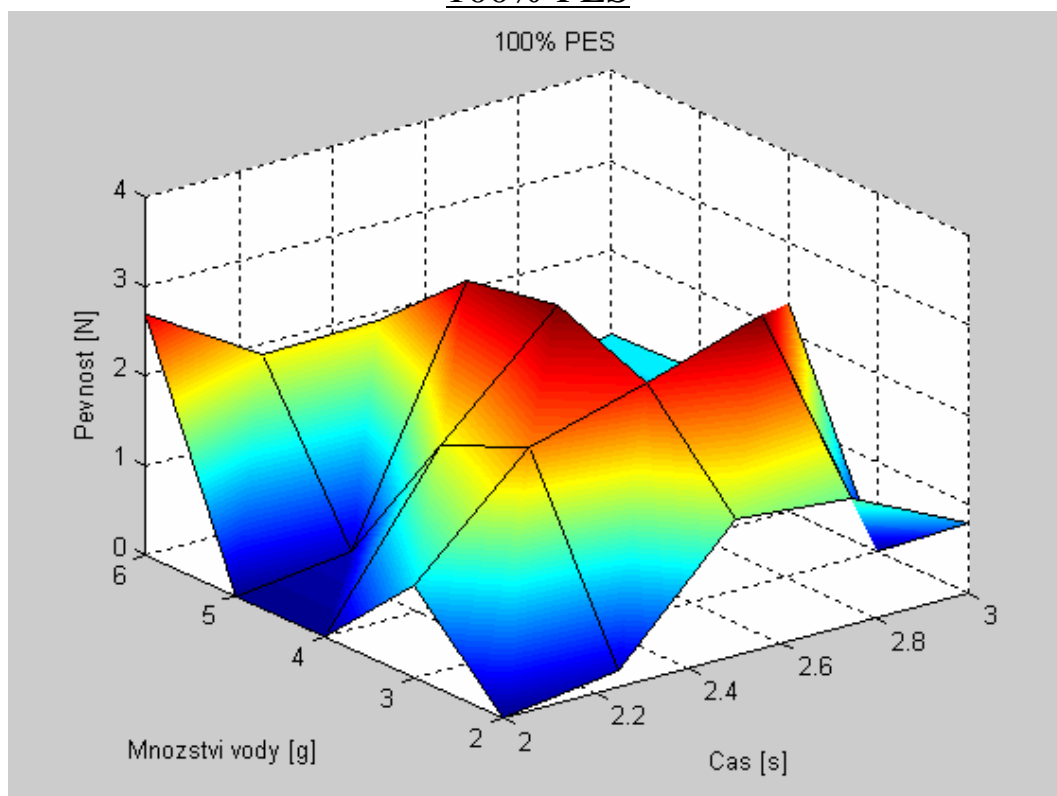
Programové prostředí a skriptovací programovací jazyk pro vědeckotechnické numerické výpočty, modelování, návrhy algoritmů, počítačové simulace, analýzu a prezentaci dat, měření a zpracování signálů, návrhy řídicích a komunikačních systémů [5].

K vytvoření trojrozměrného grafu byl potřeba příkaz `surf (x, y, Z)`, kde `x` a `y` jsou vektory, které určují obrys plochy. Délka `x` musí odpovídat počtu sloupců v `Z` a délka `y` se musí shodovat s počtem řádků v `Z`.

#### **Zdrojový kód grafu:**

```
clear all
close all
clc
x=[2 2.15 2.30 2.45 3]
y=[2 3 4 5 6]
z=[0.000 0.181 1.533 1.410 0.779;1.028 2.227 2.605 3.005 0.000;0.000 1.781 3.011 1.137
  2.319;0.000 0.147 2.818 0.894 1.097;2.682 1.881 1.920 0.696 1.070]
surf(x,y,z)
```

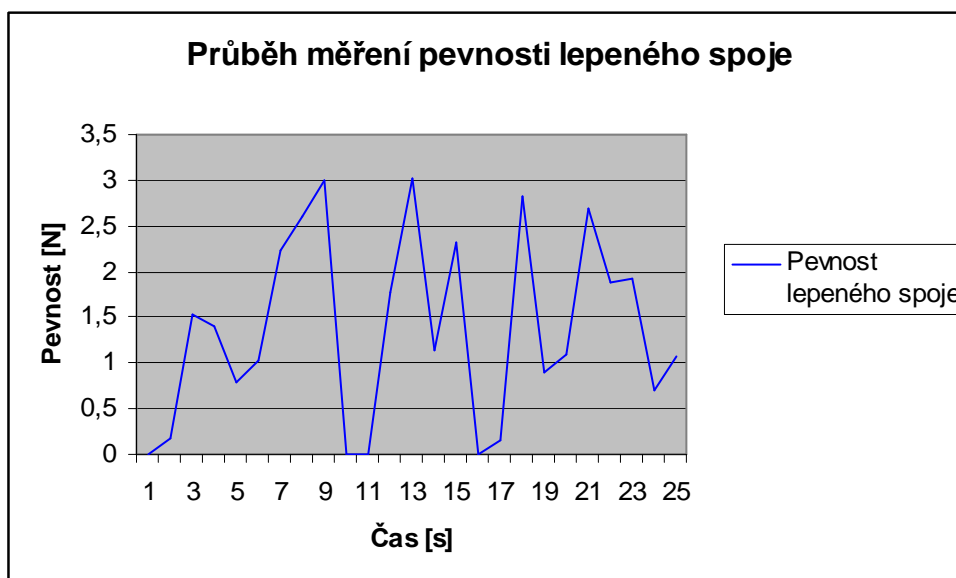
Grafy jsou znázorněny v několika pohledech. Červená barva v grafu znázorňuje podlepení odpovídající nejvyšší hodnotě pevnosti lepeného spoje.

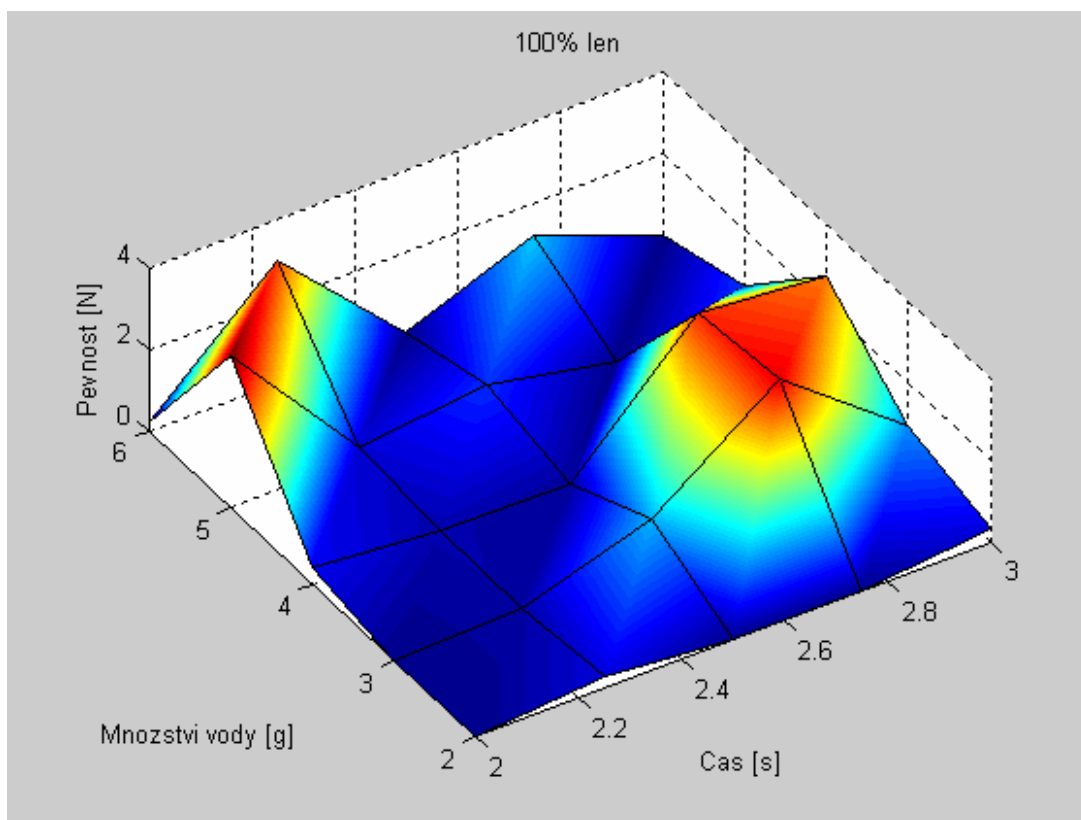
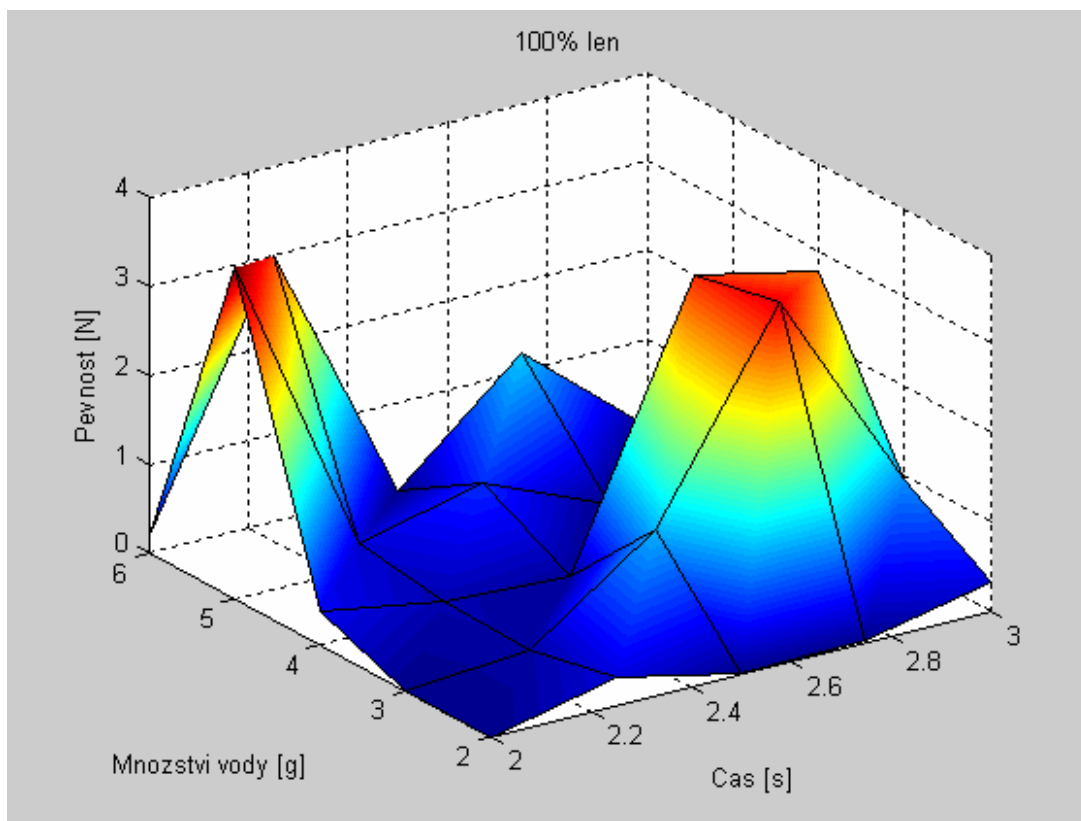
**5.1.1. Grafy vytvořené pomocí 3D grafiky**100% PES



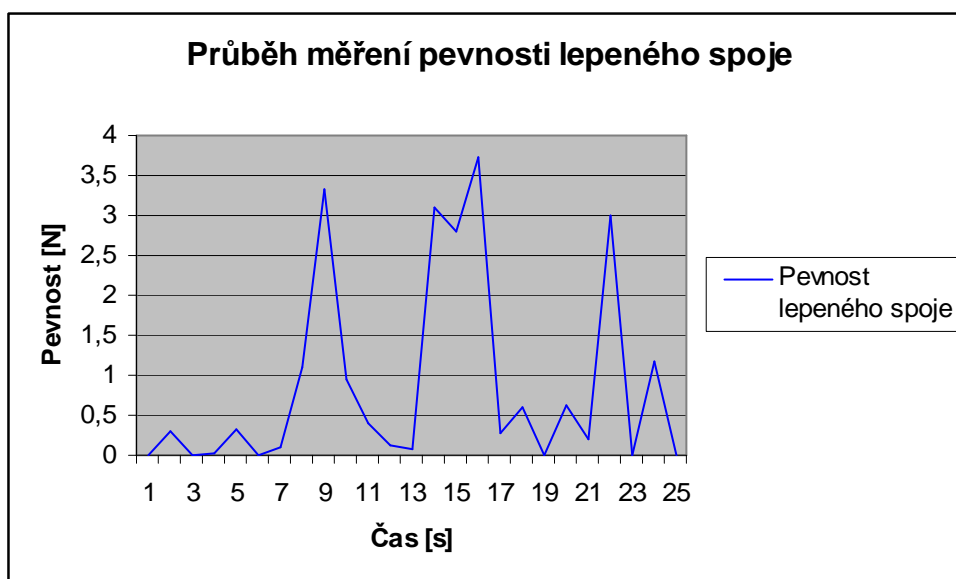
U syntetického materiálu se vyšší hodnoty pevnosti objevují často. Při době podlepování 2 min. dynamometr zaznamenal nízké hodnoty pevnosti lepeného spoje. Ale v následujících časech nastalo neoptimálnější podlepení se 4g, 5g vody (pevnost 2,818 – 3,011N). Dále při 3 min. podlepování se materiál také dobře podlepil s 2g vody. Tedy optimální hodnoty parametrů u tohoto materiálu jsou **2,5min. se 4g vody a pevnost lepeného spoje je 3,011N.**

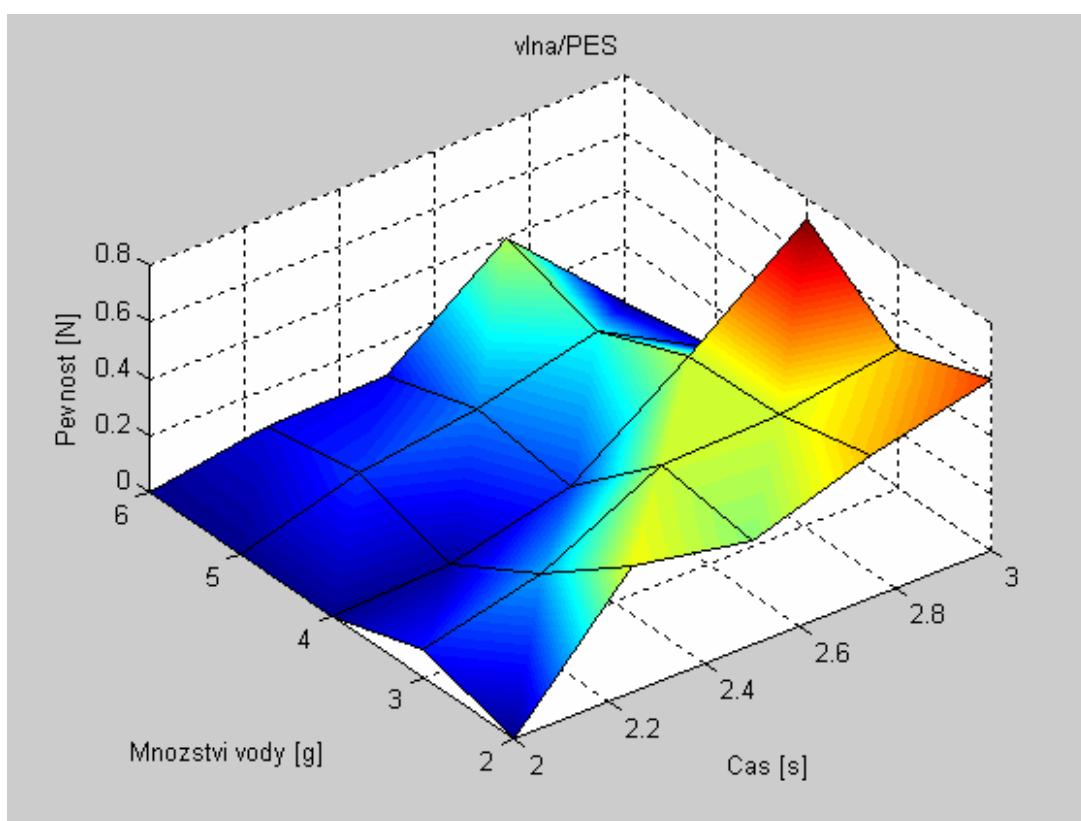
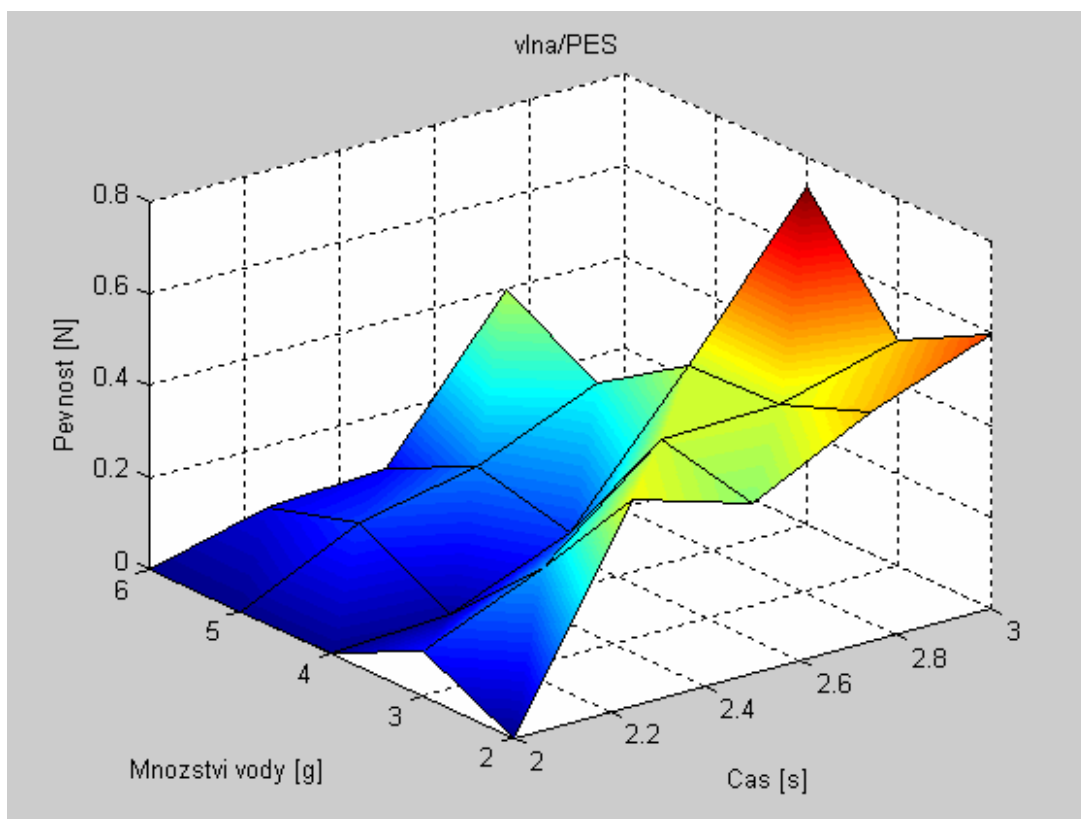
Pro lepší přehled, byly ke každému materiálu vložen graf znázorňující průběh měření pevnosti lepeného spoje.



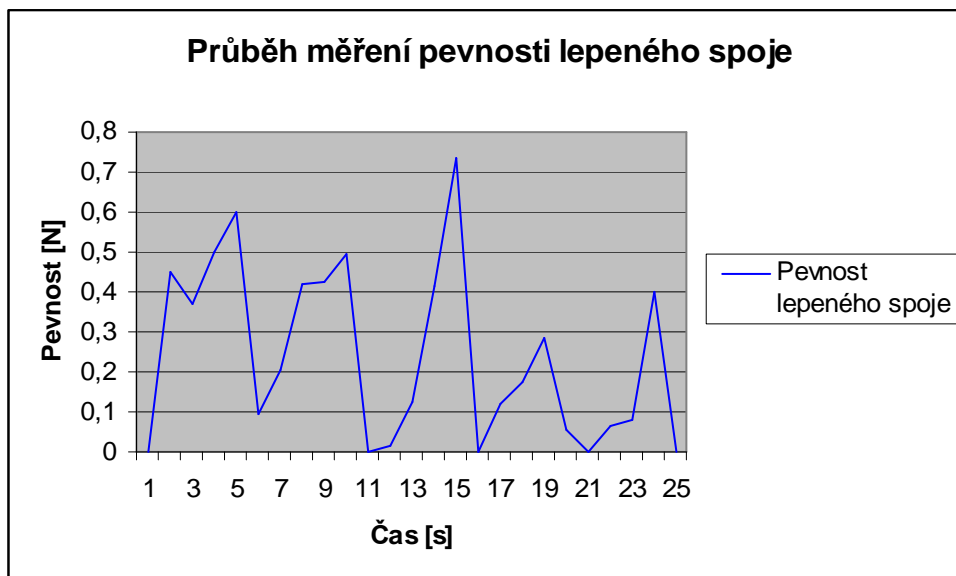
100% len

Přírodní materiál se nejpevněji podlepil za doby podlepování **2,75 min. s 2g vody (pevnost 3,727 N)**, dále pevný spoj nastal při 2,25 min. s 5g vody a také u 2,5 min. s 5g vody. Při době podlepování 2 min. se materiál skoro vůbec nepodlepil. Při době podlepování přesahující 2,5 min., byl materiál optimálně podlepen s 2g, 3g vody. Ze všech zvolených materiálů se 100% len lépe podlepuje.



vlna/PES

Směsový materiál neprokázal dostatečné podlepení, hodnoty z dynamometru nepřesáhly pevnost 1N. Nejpevnější podlepení u tohoto materiálu nastalo při **2,5 min. s 6g vody s pevností 0,736N.**



Nejlépe se podlepuje přírodní materiál, neboť jeho navlhavost je vysoká a podlepovací vložka se dostatečně spojila s vrchovým materiálem, byla tedy dosažena teplota tavení podlepovací vložky. Syntetický materiál se také dobře podlepil, ale při delší době podlepování se materiál začal tavit, byla překročena teplota tavení syntetického materiálu. K nedostatečnému podlepení došlo u směsového materiálu z důvodu malé navlhavosti a také především špatné volby podlepovací vložky. Každý vrchový a podlepovací materiál má odlišné vlastnosti. Tedy i teplota tavení je u jednotlivých materiálů odlišná. Proto by bylo dobré zvolit pro další experimenty, takovou kombinaci podlepovací vložky a vrchového materiálu, aby byla dosažena teplota tavení podlepovací vložky a nebyla překročena teplota tavení vrchového materiálu. Rozdíl mezi těmito teplotami by neměl být moc velký. A také zvolit takové materiály, které mají schopnost přijmout více vody. Tzn., aby došlo k optimálnímu spojení podlepovací vložky s vrchovým materiálem.

## Závěr

Tato bakalářská práce navázala na předešlou práci Lenky Paděrové. Úkolem této bakalářské práce byla hluboká analýza parametrů ovlivňující mikrovlnné podlepování a hledání jejich vzájemných závislostí.

Úvodní část práce se zabývala způsoby podlepování a to konvenčním a nekonvenčním. Součástí práce jsou i kapitoly, zaměřující se na použité materiály a mikrovlny.

Přínosem této práce byl experiment, který probíhal na katedře KKV v Prostějově. Byly zvoleny materiály přírodní, syntetické a ve směsi s diametrálně rozdílnými parametry. Byla použita výztužná vložka s polyamidovým nánosem pojiva, pro dobré rozptýlení termoplastických částic, aby byla provedena analýza parametrů mikrovlnného podlepování. Zkoumané vzorky byly navlhčeny 2 – 6g vody. Vyrobenými formami byly zatíženy a následně vloženy do mikrovlnného zařízení v časech podlepování 2 – 3min. Pro získání třetího parametru pevnosti, byl použit dynamometr. Výsledky byly následně vyhodnoceny pomocí 3D grafiky programovacího jazyku Matlab.

Z výsledků práce vyplývá, že na jednotlivé druhy materiálů mikrovlny působí odlišně. Pro podlepování pomocí mikrovln je důležitý čas i množství vody. Provedené zkoušky prokazují, že u syntetického a přírodního materiálu vznikl pevný spoj při době podlepování přesahující 2 min. s odlišným množstvím vody. Pevnější spoj však nastal u přírodního materiálu. U směsového materiálu tomu bylo jinak. Vyšší pevnost spoje nastala již u 2 min. podlepování. Nejvíce se směsový materiál podlepil s vyšším obsahem vody.

Je zřejmé, že zmíněné parametry jsou závislé na vlastnostech vrchového a výztužného materiálu. Při delším působení v mikrovlnném zařízení se materiál sice podlepil, ale začal se tavit k formě, byla tedy překročena teplota tavení vrchového materiálu, což vedlo k deformaci vzorku. Výztužný materiál se optimálně spojil s přírodním materiálem, byla tedy dosažena teplota tavení polepovacího materiálu. Z tohoto by se mohlo vyvodit, jak vysoká je teplota v mikrovlnné zařízení (přibližně 250°C). Navlhavost materiálů byla také různá. Nejvíce navlhavý materiál byl přírodní, méně pak syntetický a směsový.

Z dosažených výsledků vyplývá, že se lépe podlepují přírodní materiály, protože mají schopnost přijmout více vody. Důležitý je i výběr správné kombinace podlepovací vložky a vrchového materiálu.

Pro další experimenty doporučuji vyrobit formy z teflonu, zabrání se tím roztavení forem a materiály se na dané formy nebudou lepit. Dále by bylo dobré podlepovat v mikrovlnném zařízení, které umožňuje měnit a monitorovat jednotlivé parametry podlepování. Ale tato zařízení jsou prozatím k dispozici na specializovaných pracovištích. Také by bylo zajímavé vyzkoušet podlepování jiných druhů materiálů, jako jsou např. materiály s vlasem apod.

## SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

### Tabulky

Tab.1. Navržené intervaly parametrů podlepování .....	22
Tab.2. Upravené intervaly parametrů podlepování .....	25
Tab.3. 100% PES – hodnoty z dynamometru .....	28
Tab.4. 100% len – hodnoty z dynamometru .....	29
Tab.5. vlna/PES – hodnoty z dynamometru .....	30

### Obrázky

Obr.1. Bubnový podlepovací stroj .....	11
Obr.2. Pásový podlepovací stroj .....	11
Obr.3. Podlepovací stroj se sklopným přitlakem .....	12
Obr.4. Elektromagnetické spektrum .....	17
Obr.6. Působení mikrovlny na molekulu vody .....	18
Obr.7. Mikrovlnné vysoušení zdiva .....	19
Obr.8. Mikrovlnná sušička .....	19
Obr.9. Schéma mikrovlnného zařízení .....	20
Obr.10. Dynamometr .....	26



## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] HAVELKA, A. HALASOVÁ, A.: *Tepelné a vlhkotepelné tvarování v konfekci*. 1. Vyd. FT TUL, Liberec 2003. ISBN 80-7083-713-6.
- [2] MILITKÝ, J.: *Textilní vlákna (studijní materiály)*, Technická univerzita v Liberci, Katedra textilních materiálů, 1995.
- [3] HALLIDAY, D. *Fyzika IV – Elektromagnetické vlny, Optika, Relativita*. 1. vyd. Brno: Vutium, 2003. ISBN 80-214-1868-0.
- [4] SODOMKA, L. *Struktura, vlastnosti, diagnostika a nové technologie oddělování, spojování a pojení textilií*. 1.vyd. FT TUL, Liberec 2002. ISBN 80-7083-645-8.
- [5] stránky encyklopedie Wikipedia: [www.wikipedia.cz](http://www.wikipedia.cz) (12.11.2008)
- [6] stránky firmy Prominent: [www.prominent-km.cz/fa\\_promi/](http://www.prominent-km.cz/fa_promi/) (20.1.2009)
- [7] <http://www.otevrena-veda.cz/ov/users/Image/default/C2Seminare/MultiObSem/112.pdf> (17.12.2008)
- [8] [http://cultural-service.cz/pdf/program\\_maser.pdf](http://cultural-service.cz/pdf/program_maser.pdf) (2.5.2009)
- [9] <http://www.3pod.cz/131-Vyuziti-mikrovlnneho-vysouseni-v-textilnim-prumyslu.html> (2.5.2009)